

23/60



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 197 10 033 C 1

51 Int. Cl.⁶:
H 04 J 14/02
H 03 D 7/00

21 Aktenzeichen: 197 10 033.3-51
22 Anmeldetag: 12. 3. 97
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 23. 4. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

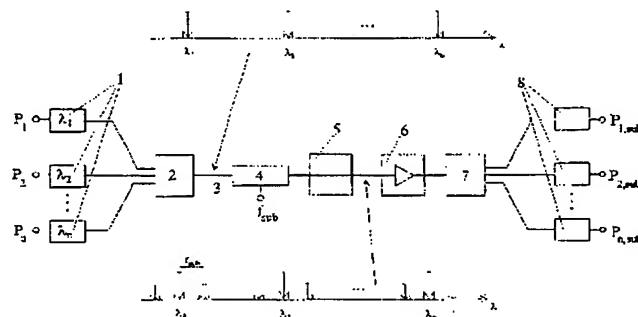
73 Patentinhaber:
Technische Universität Dresden, 01069 Dresden, DE

72 Erfinder:
Nowak, Walter, Prof. Dr.-Ing.habil., 01067 Dresden, DE;
Sauer, Michael, Dipl.-Ing., 01217 Dresden, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
Braun, R.-P. et al.: Optische Mikrowellentechnik
für zukünftige zellulare Mobilfunknetze, In:
Nachrichtentech., Elektron., 45, H. 5, S. 63-67,
1995;
Park, J. et al.: Millimetre-wave electro-optical
upconverter for wireless digital communications,
In: Electron. Lett. Vol. 31, Nr. 13, S. 1085-1086,
1995;

54 Verfahren zur Umsetzung der Signalmodulation der Kanäle eines optischen Multiplex-Systems auf
Subcarrierfrequenzen

57 Mehreren Laserdioden (1) oder anderen geeigneten
optischen Quellen unterschiedlicher Emissionswellenlän-
ge (λ_k) werden Nutzsignale im Basisband oder auch Zwi-
schenfrequenzbereich aufgeprägt, und die somit gebilde-
ten Wellenlängenkanäle (x_k) werden zusammengeführt.
In dieses Wellenlängenmultiplex-System wird ein exter-
ner Modulator (4) mit hoher Grenzfrequenz eingebracht,
der mit der gewünschten Mikrowellen- oder Millimeter-
wellen-Subcarrierfrequenz (f_{sub}) oder einer Subharmoni-
schen von ihr angesteuert wird, so daß die Modulation aller
Wellenlängenkanäle (x_k) aufwärts konvertiert wird. Die
einzelnen Wellenlängenkanäle (x_k) werden wellenlängen-
selektiv an beliebige Fotodioden (8) oder andere Direkt-
empfänger angekoppelt, die das gewählte Nutzsignal
aufmoduliert auf den Subcarrier ($P_{n,sub}$) liefern.



DE 197 10 033 C 1

DE 197 10 033 C 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die optische Mikrowellen- und Millimeterwellen-Übertragung (letztere wird im folgenden in den Begriff Mikrowellenübertragung allgemein mit einbezogen) ist unter anderem für die Versorgung von Basisstationen in Mobilfunksystemen mit hohen Trägerfrequenzen von großem Interesse. Das Ziel hierbei ist die Gewinnung des kompletten Mikrowellensignals, das aus dem Mikrowellen-Subcarrier und einer im allgemeinen wesentlich niedertrequenteren Signalmodulation besteht, direkt aus der Fotodiode. Bekannt sind verschiedene Verfahren zur optischen Mikrowellenerzeugung, die z. B. in der Übersicht "Optische Mikrowellentechnik für zukünftige zellulare Mobilfunknetze" von R.-P. Braun und Mitautoren in Nachrichtentechnik/Elektronik, Berlin, 45 (1995) S. 63-67 dargestellt sind.

Bei den Heterodynverfahren erfolgt die Erzeugung der Mikrowellen als Differenzfrequenz zweier Lichtwellen, von denen eine moduliert, die andere ein lokaler oder entfernter Oszillator ist, in der Fotodiode. Ein Nachteil ist das entstehende Phasenrauschen. Dieses wird beim Selbstheterodynverfahren vermieden. Alternativen sind beispielsweise die Resonanzmodulation von modengekoppelten Halbleiterlasern oder das Seitenband-Injection-Locking von zwei Laserdioden.

Eine andere Lösung wird in "Millimeter-wave electro-optical upconverter for wireless digital communications" von J. Park, M. S. Shakouri, K. Y. Lau, Electronics Letters, 31 (1995) S. 1085-1086 angegeben. Es erfolgt zuerst die Signalmodulation in der Laserdiode und anschließend Aufwärtskonversion durch Modulation mit der Subcarrierfrequenz. Für den Übergang von Simplexübertragung auf ein optisches Multiplex-Übertragungssystem sind Zeit-, Wellenlängen-, Kode- und Polarisationsmultiplex, für die Mikrowellenübertragung zusätzlich noch Subcarriermultiplex allgemein bekannt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, in welchem verschiedene Signale im Basisband oder Zwischenfrequenzbereich, die optischen Trägern unterschiedlicher Wellenlänge aufgeprägt wurden, mit Hilfe eines Bauelements auf einen Mikrowellen- oder Millimeterwellen-Subcarrier umgesetzt werden. Es wird vorausgesetzt, daß die Nutzsignalfrequenzen hinreichend kleiner sind als die Subcarrierfrequenz.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens werden durch die Unteransprüche 2 bis 9 angegeben.

Wesentlich an der Erfindung ist, daß alle zusammengeführten Wellenlängenkanäle durch einen einzigen externen Modulator hoher Grenzfrequenz in ihrer Modulation auf höhere Frequenzen konvertiert werden. Hierbei treten keine Verzerrungen der bereits erfolgten Signalmodulation auf, sondern nur Oberwellen dieser Modulation. Sie erlauben, den externen Modulator bei Subharmonischen der Subcarrierfrequenz zu betreiben. Gegebenenfalls können alle Wellenlängenkanäle durch einen einzigen Faserverstärker verstärkt werden. Zum Direktempfang z. B. mittels Fotodioden werden intensitätsmodulierte Signale benötigt, weshalb zunächst ein Intensitätsmodulator zur Signalumsetzung auf die Mikrowellensubcarrier in Betracht gezogen wird.

Bei Verwendung hingegen eines Phasenmodulators und von Dispersionsgliedern nach Anspruch 3 bis 5 entsprechend W. Nowak, M. Sauer: "Dynamikbereichserhöhung in optischen Mikrowellen-Subcarriersystemen durch Dispersionsmanagement", MIOP '97, Sindelfingen, April 1997, kann

an der Fotodiode ein Leistungsgewinn von 3 dB optisch entsprechend 6 dB elektrisch erzielt werden. Da ein Phasenmodulator nur die halbe Ansteuerleistung gegenüber einem vergleichbaren Intensitätsmodulator benötigt, resultiert ein Leistungsgewinn von 9 dB, wenn das Verhältnis Photodiodenleistung zu Ansteuerleistung des Modulators betrachtet wird.

Soll Anspruch 4 mit Standardfaser als Dispersionsglied im 1,55 µm-Band bei einer Subcarrierfrequenz von 60 GHz benutzt werden, so ist dafür eine Faserlänge von etwa 1 km (oder etwa 3 km, 5 km, ...) erforderlich (die Subcarrierleistung geht sinusförmig mit der Faserlänge). Unterscheiden sich die Faserlängen aller Wellenlängenkanäle nicht mehr als ±200 m, dann kann eine einzige zusätzliche Faserlänge im Bus benutzt werden, die die vorhandene mittlere Faserlänge auf 1 km ergänzt. Zusatzdämpfungen für die Maximal- und Minimalfaserlängen sind dann < 0,5 dB elektrisch. Bei großen Längenunterschieden sind Zusatzlängen in den einzelnen Verbindungen anzubringen.

Das Auftreten von Harmonischen der Subcarrier Modulationsfrequenz durch die nichtlineare Modulatorkennlinie kann zu Übersprechen von einem optischen Kanal in andere führen, wenn die optischen Kanalabstände ganzzahligen Vielfachen der Subcarrierfrequenz entsprechen.

Nach Anspruch 6 kann dem begegnet werden, indem die optischen Kanalabstände geeignet so gewählt werden, daß höhere Harmonische anderer Kanäle nicht ins Subcarrierband fallen.

Die Erfindung wird nachfolgend durch ein Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 näher erläutert. Den Laserdioden 1 unterschiedlicher Emissionswellenlänge λ_k werden die jeweiligen Modulationssignale P_k aufgeprägt. Mit Hilfe des Wellenlängenmultiplexers 2 werden die optischen Kanäle in dem Faserbus 3 zusammengeführt. Zur Umsetzung auf die Subcarrierfrequenz wird als externer Modulator 4 ein Phasenmodulator verwendet, der mit der Subcarrierfrequenz f_{sub} gesteuert wird. Eine zusätzliche Länge einer Standardfaser dient als Dispersionsglied 5. Die Kombination aus Phasenmodulator und Dispersionsglied kann auch durch einen Intensitätsmodulator ersetzt werden. Ein Faserverstärker 6 kann der Erhöhung des Leistungspegels und damit der Dynamik des Systems dienen. Nach der Übertragung erfolgt die optische Kanalselektion mit Hilfe einer geeigneten Multiplexerstruktur 7 und die Anbindung an eine für jeden Kanal exklusive Fotodiode 8. An diesen Fotodioden, deren Grenzfrequenz der Subcarrierfrequenz entsprechen muß, ist das auf die Subcarrierfrequenz konvertierte Modulationssignal P_k der einzelnen Laserdioden zu entnehmen.

Bezugszeichenliste

- 1 Laserdiode
- 2 Wellenlängenmultiplexer
- 3 Faserbus
- 4 externer Modulator
- 5 Dispersionsglied
- 6 Faserverstärker
- 7 Wellenlängendemultiplexer
- 8 Fotodiode
- λ_k Emissionswellenlänge
- f_{sub} Subcarrierfrequenz
- x_k Kanäle
- P_k Kanalleistung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Umsetzung der Signalmodulation der optischen Kanäle in optischen Multiplex-Systemen auf

Mikrowellen- oder Millimeterwellen-Subcarrier, dadurch gekennzeichnet, daß Laserdioden (1) oder andere geeignete optische Quellen unterschiedlicher Emissionswellenlänge (λ_k) eingesetzt werden, denen die jeweilige, gegenüber der Subcarrierfrequenz (f_{sub}) wesentlich niederfrequenterer Signalmodulation aufgeprägt wird, alle oder mehrere der somit gebildeten Wellenlängenkanäle (x_k) geeignet in einen Faserbus (3) zusammengeführt werden, in dieses Wellenlängenmultiplex-System ein externer Modulator (4) eingebracht wird, der mit der gewünschten Subcarrierfrequenz (f_{sub}) oder einer Subharmonischen von ihr angesteuert wird und die verschiedenen Wellenlängenkanäle (x_k) wellenlängenselektiv an beliebige Direktempfänger (8) ausgekoppelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als externer Modulator (4) ein Intensitätsmodulator eingesetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als externer Modulator (4) ein Phasenmodulator eingesetzt wird, der mit einem breitbandigen im Faserbus (3) angeordneten Dispersionsglied (5) oder mit individuellen Dispersionsgliedern außerhalb des Faserbusses oder mit einer Kombination beider versehen ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß Fasern bestimmter Längen als Dispersionsglieder (5) verwendet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Dispersionsglieder (5) Faser-Bragg-Gitter verwendet werden.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Einkopplung in den Faserbus (3) und für die Auskopplung aus dem Faserbus (3) oder eines von beiden Wellenlängenmultiplexer (2; 7) verwendet werden.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß alle jeweils benachbarten optischen Kanäle (x_k) gleiche oder unterschiedliche Frequenzabstände aufweisen.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalmodulation der Laserdioden (1) oder anderer geeigneter Quellen im Basisband oder Zwischenfrequenzband erfolgt.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalmodulation der Laserdioden (1) im Zwischenfrequenzband bei unterschiedlichen Zwischenfrequenzen so erfolgt, daß nach der Modulation mit dem externen Modulator verschiedene Subcarrierfrequenzen für verschiedene optische Kanäle entstehen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

BEST AVAILABLE COPY

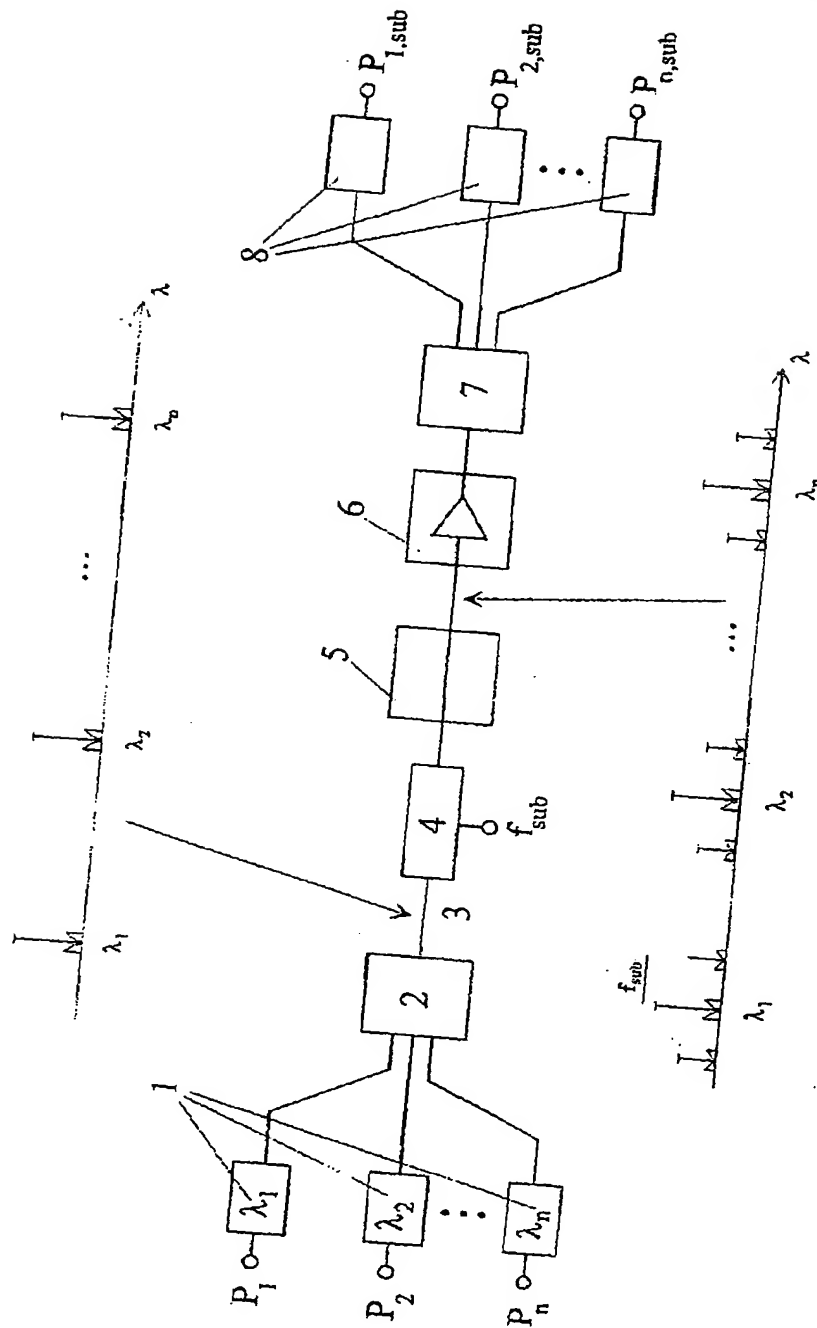


Fig. 1